

Análise temporal

3.1. ANÁLISE TEMPORAL - meses com maior número de municípios afetados por desastres associados a eventos hidrológicos

Nessa discussão, estão apresentados os meses do ano que mais municípios foram afetados por eventos hidrológicos, no caso dos 40 anos levantados. A distribuição mensal permite analisar as tendências da ocorrência de desastres e, assim, entender certas dinâmicas hidrometeorológicas do estado.

Na década de 1980, a análise temporal, considerando os meses do ano (FIGURA 3.1), permite identificar que o número de municípios afetados por eventos registrados foi mais significativo nos meses de maio, junho e julho. Esses meses representam a passagem do outono para o inverno, mas com continuidade durante o inverno com número de registros significativos em agosto e setembro.

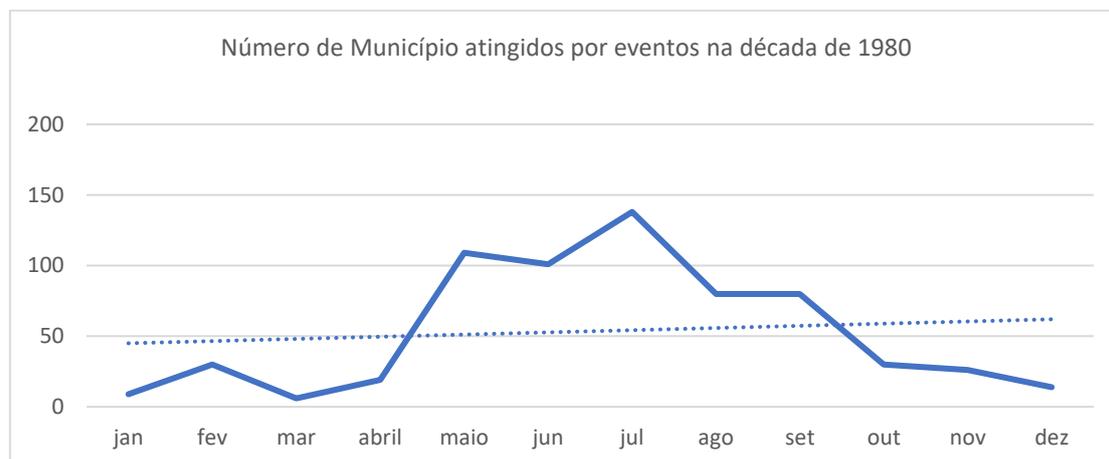


Figura 3.1. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 1980. (Fonte: autores)

A década de 1990 (FIGURA 3.2) caracteriza-se por um número significativo de municípios com registros de eventos no outono, entre abril e

maio. Ocorre um pico no mês de novembro, durante a primavera. Nessa década, o mês de julho, também, apresenta um número importante de registros.

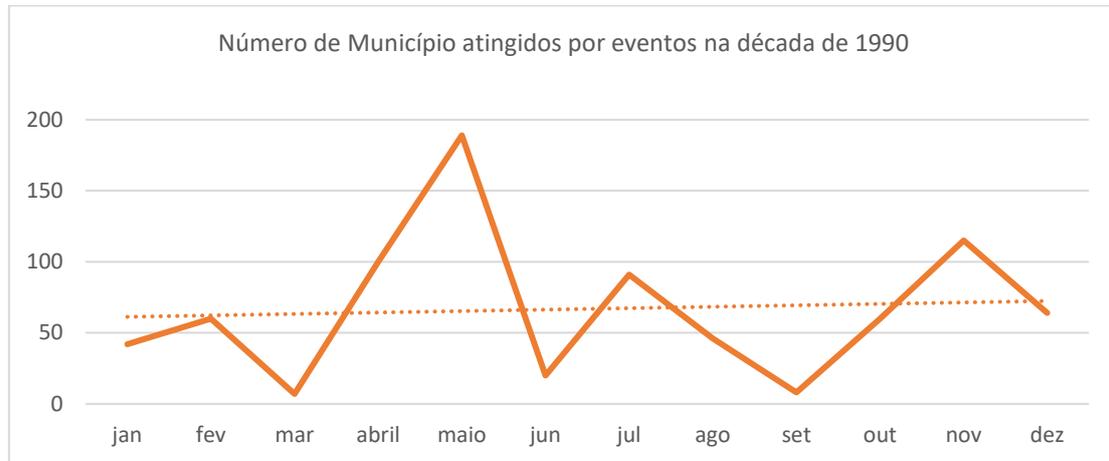


Figura 3.2. Número de municípios afetados por eventos nos meses do ano da década de 1990. (Fonte: autores)

Na década dos anos 2000 (FIGURA 3.3), os meses com maior número de municípios afetados por eventos registrados foram os meses de setembro, outubro e novembro, marcando uma primavera com muitos registros. Nessa década, também, foi registrado um número importante de eventos nos meses de julho e dezembro.

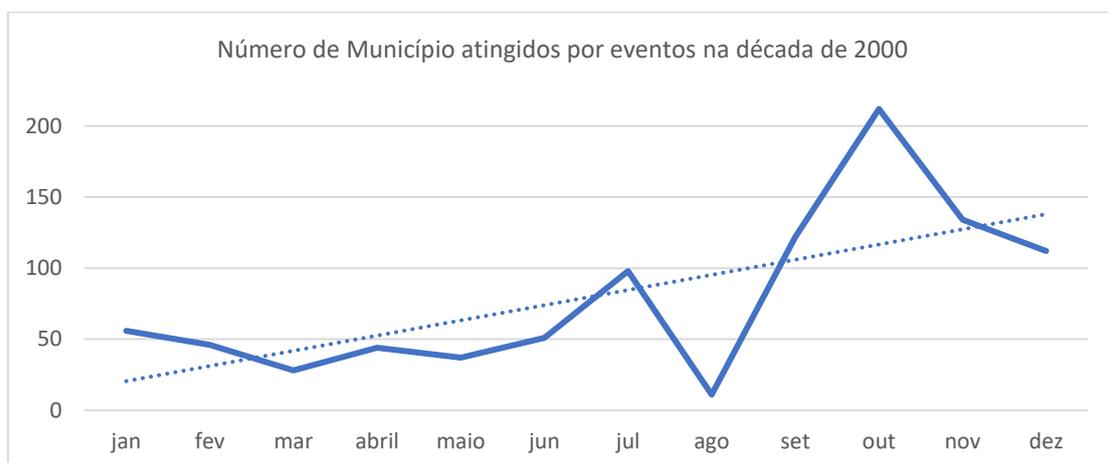


Figura 3.3. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 2000. (Fonte: autores).

Na década dos anos 2010 (FIGURA 3.4), os meses mais significativos de registro de eventos hidrológicos foram janeiro, julho e outubro. Observa-se que

os meses de passagem outono para o inverno, entre os meses de maio e junho e, depois, a passagem do inverno para primavera, no mês de setembro, têm importante número de registros.

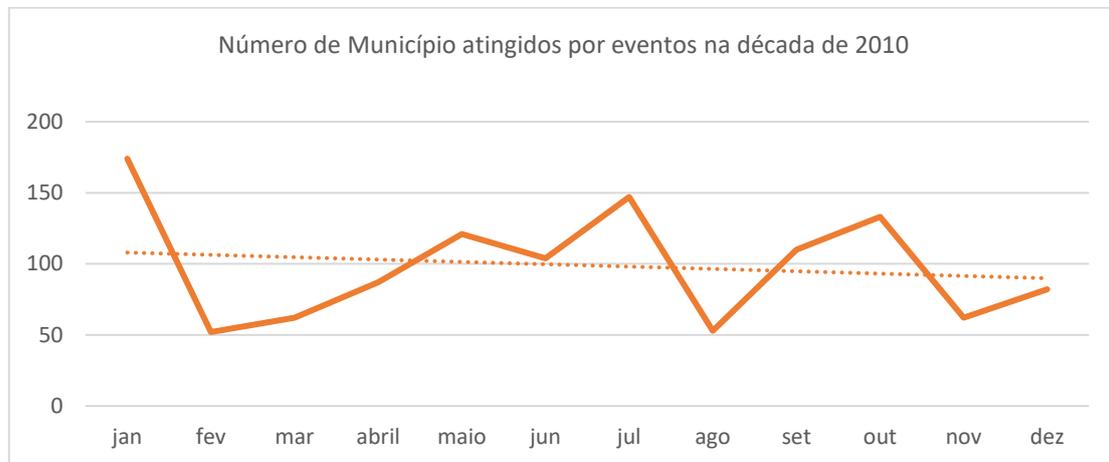


Figura 3.4. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 2010. (Fonte: autores).

Quando se analisa as quatro décadas (FIGURA 3.5), observa-se que, no Rio Grande do Sul, os processos hidrológicos, que afetam os municípios, podem ocorrer em todos os meses do ano. Entretanto, pode-se determinar uma variação das ocorrências considerando diferentes graus.

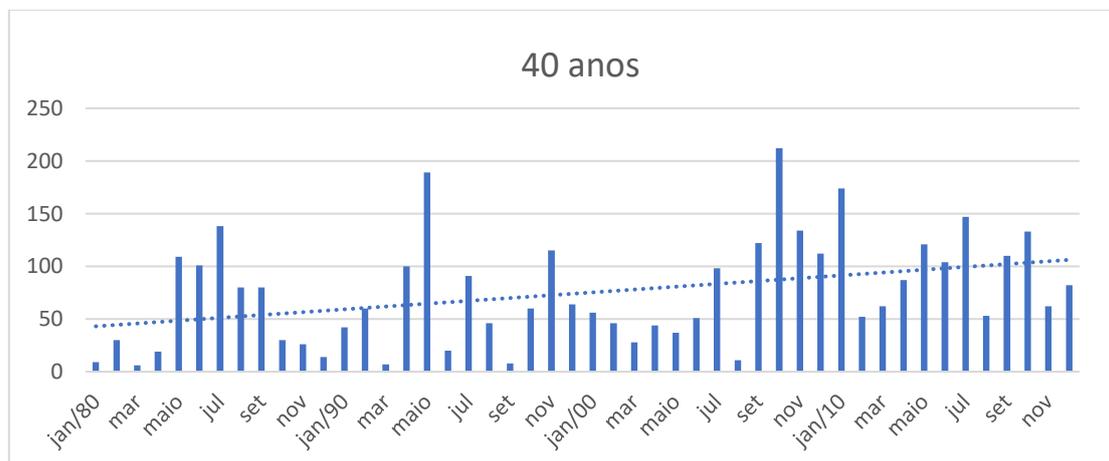


Figura 3.5. Registros de eventos nos meses do ano durante os 40 anos levantados. (Fonte: autores).

Observa-se que os meses de fevereiro, março e agosto têm baixa ocorrência, especialmente o mês de março. Os meses de abril, junho e

dezembro apresentam um somatório de eventos que permite classificá-los como de moderado grau de ocorrência de municípios afetados por eventos. Entretanto, apresentam um comportamento muito variado, podendo ocorrer situações com elevado número até muito baixo número de registros. A soma de eventos registrados indica os meses de janeiro, setembro e novembro como de alta possibilidade de ocorrência de eventos hidrológicos. Apresentam números variados, mas setembro e novembro têm uma tendência um pouco superior que janeiro quanto à ocorrência. Os meses de maior possibilidade são os meses de maio, julho e outubro (FIGURA 3.6).

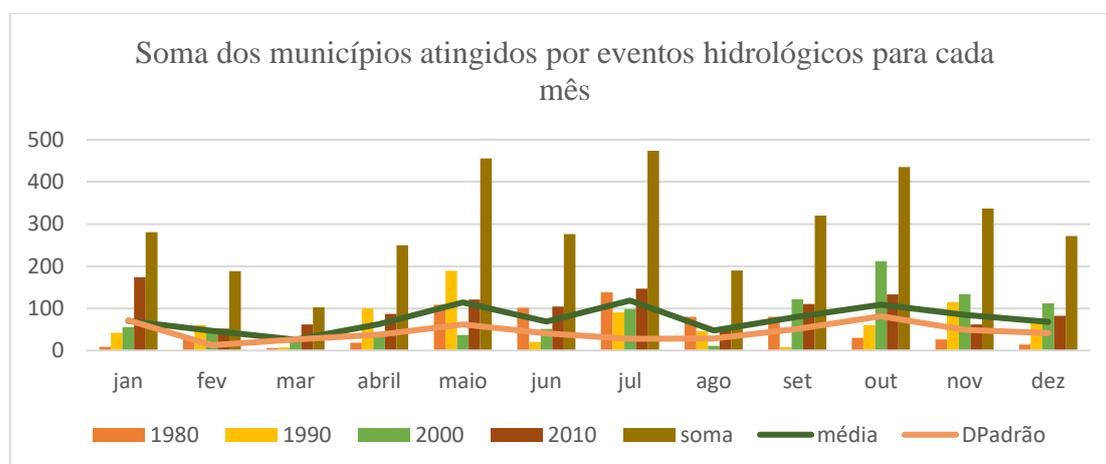


Figura 3.6. Análise dos meses com maior número de municípios atingidos por eventos hidrológicos nos 40 anos analisados.

3.1.1. Análise para cada mês

A análise dos 40 anos permite observar que o mês de janeiro foi considerado alto em termos de municípios com ocorrência de eventos, com média de 70,25 eventos. Apresenta, entretanto, uma variação importante nas décadas analisadas, muito marcado pelo elevado Desvio Padrão.

No mês de janeiro, eventos hidrológicos comumente causaram danos em Porto Alegre e região metropolitana. Na década de 1990, os eventos de janeiro de 1993 no município de Santa Cruz do Sul, no centro do estado, e de 1996 em Camaquã, situado na porção sul do estado, foram muito destacados. Na década de 2000, evento significativo ocorreu, em 2009, na região de Pelotas, no município de Turuçu, com bloqueio de estradas e isolamento de comunidades. Na década de 2010, no ano de 2010, o mês de janeiro foi o que apresentou o

maior número de municípios com registros de Situação de Emergência. No centro do estado, os municípios de Candelária, Santa Cruz do Sul e Santa Maria foram muito atingidos. Na região Leste do estado córregos e rios do Vale do Paranhana transbordaram e submergiram amplas áreas do município de Três Coroas (FIGURA 3.7), Igrejinha e Parobé. Em janeiro de 2017, o município de Rolante, no Vale do Paranhana foi afetado por enchente histórica que destruiu casas, matou o gado e devastou lavouras. Em janeiro de 2019, o município de Alegrete teve a inundação maior em 60 anos, com o nível do rio Ibirapuitã chegando a 14,2m, sendo que o recorde   de 14,45m, que ocorreu em 1959. Em janeiro do mesmo ano, São Gabriel enfrentou os efeitos do que é considerada a maior inundação, do rio Vacacaí, dos últimos 20 anos no município.



Figura 3.7. Vale do Paranhana, em Três Coroas em Janeiro, 2010 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O m s de fevereiro, considerando os 40 anos de análise, apresenta uma condição baixa de ocorrência de eventos com uma média de 47 eventos. Na análise por décadas, o m s de fevereiro apresentou-se com grau moderado de ocorrência de eventos hidrológicos, mas com totais baixos, como ocorreu nas três primeiras décadas e está representado por um baixo desvio padrão. Em termos de eventos, no mês de fevereiro da década de 1980, o mais significativo evento foi no ano de 1983, quando inundações atingiram os municípios situados nas porções oeste e sul do estado, banhados pelas bacias hidrográficas dos rios Piratini, Santa Maria e Ibirapuitã. Pedro Osório foi o município em que os danos

foram mais significativos, com cerca de 4.000 pessoas desabrigadas pelo rio Piratini. Na década de 1990, o mês de fevereiro do ano de 1992 chama a atenção porque registrou vítimas fatais em Igrejinha (2) e Nova Hartz (1). Na década de 2000, fevereiro de 2006 foi marcado por danos importantes no litoral norte gaúcho. Na década de 2010, na região metropolitana, enxurrada no Rio dos Sinos gerou muitos prejuízos em São Leopoldo (FIGURA 3.8). Na região Sul do estado, a situação mais grave ocorreu em São Lourenço do Sul, entre Camaquã e Pelotas, onde um trecho da BR-116 ficou submerso.



Figura 3.8. Inundação do rio dos Sinos em São Leopoldo. Fevereiro de 2011 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de março é, relativamente, o que apresenta o menor grau de ocorrência de eventos hidrológicos danosos, com 25,75 eventos de média. Contudo, no mês de março, o principal evento da década de 1980 ocorreu no ano de 1983, quando foram afetados os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, com dezenas de desabrigados em consequência da cheia do rio dos Sinos. No mês de março, na década de 1990, foram registrados danos significativos causados por enxurradas, na região Metropolitana, especialmente no município de Cachoeirinha.

Na década de 2000, destaca-se o evento de março de 2007, quando temporais causaram a morte e a destruição em diferentes regiões do estado com mais de 8mil pessoas atingidas. Os casos mais graves ocorreram em Erechim e

Morrinhos do Sul, na Região Norte. Na década de 2010, salienta-se o evento de março de 2011, quando arroios inundaram de forma brusca o município de São Lourenço do Sul, destruindo casas e provocando a morte de, pelo menos, oito pessoas (FIGURA 3.9).



Figura 3.9. Enxurrada no rio São Lourenço causando destruição no município de São Lourenço do Sul, em Março de 2011(Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de abril foi determinado como moderada ocorrência de eventos hidrológicos, sendo que, na década de 1990, o mês de abril teve muito alta ocorrência de eventos. A predominância de condições moderadas nos 40 anos é indicada por um, relativo, baixo desvio padrão. Na década de 1980, na segunda quinzena do mês de abril de 1987, municípios das porções oeste, noroeste e central foram atingidos. O maior número de pessoas desabrigadas foi registrado nos municípios de Alegrete (cerca de 5.000), São Borja (cerca de 1.600) e São Gabriel (cerca de 1.200). Os municípios de Santo Cristo e Quaraí registraram uma vítima fatal (cada um) em decorrência da enchente. No mês de abril, foi registrado um número importante de eventos na década de 1990. Todos os anos, exceto 1997, ocorreram eventos hidrológicos que causaram danos. Destacam-se, nessa década, os anos de 1992 e 1998.

No ano de 1992, final da primeira quinzena de abril, foi registrada uma das inundações que deixou o maior número de pessoas desabrigadas nas porções

sul, oeste e central do estado. No mês de abril, de 1998, inundações foram responsáveis por danos em municípios situados nas porções oeste, sul, central e noroeste do estado. Em Pelotas, uma pessoa foi fatalmente vitimada pela enchente. Na década de 2000, o evento mais significativo ocorreu no final de abril de 2003, em Dom Pedrito, na porção sul do estado, quando foram registrados mais de 200 mm de chuva em três dias e cerca de 2.400 pessoas foram desabrigadas pela cheia do Rio Santa Maria. Na década de 2010, destaca-se o evento, em 2011, na região central do estado afetando, principalmente, Candelária, Santa Maria e Santa Cruz do Sul (FIGURA 3.10).



Figura 3.10. Inundação no Bairro Várzea, Santa Cruz do Sul, Abril de 2011(Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de maio apresenta uma condição de muito alta de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos. No entanto, apresenta uma variação importante de eventos, identificado como alto desvio padrão. Em maio, os anos de 1983 e 1984 foram importantes na ocorrência de eventos hidrológicos no estado. Em maio de 1983, centenas de moradias passaram inundadas por mais de 20 dias. Os municípios que registraram danos mais significativos foram Alegrete, com cerca de 5.000 pessoas desabrigadas, Itaqui, onde uma pessoa foi fatalmente vitimada, cerca de 2.000 ficaram desabrigadas e Uruguaiana, onde cerca de 400 moradias foram inundadas pelo rio Uruguai.

No mês de maio, no ano de 1984, Porto Alegre teve um grande número de desabrigados, nas ilhas do delta do Jacuí. Também em maio, danos significativos ocorreram no município de Jaguari, onde mais de 100 edificações foram completamente destruídas e outras 150 danificadas pelas águas do rio Jaguari. O mês de maio foi o mês com maior número de registros da década de 1990. Nesse mês, no ano de 1990, ocorreu um dos eventos que mais desabrigou pessoas. Na cidade de Encantado, cerca de 30% das moradias foram atingidas. Em maio de 1993, municípios da porção oeste do estado registraram danos causados por inundações. Em Quaraí, cerca de 20 casas foram levadas pelas águas do rio Quaraí, outras 300 foram inundadas, cerca de 1.350 pessoas foram desabrigadas e uma pessoa foi fatalmente vitimada.

No mês de maio, da década de 2000, eventos muito significativos foram registrados no ano de 2000, sendo que Alegrete, na porção oeste, foi um dos mais atingidos, pela cheia do rio Ibirapuitã. No mês de maio de 2008, um ciclone extratropical atingiu parte do estado causando inundações, as quais foram as maiores desde 1975, conforme a Defesa Civil. A Figura 3.11 apresenta uma fotografia da inundação do município de Campo Bom, no Vale dos Sinos, devido a esse evento. Na década de 2010, no ano de 2017, eventos hidrológicos afetaram várias regiões do estado, deixando desabrigados junto ao rio Uruguai, no vale do rio dos Sinos, no vale do rio Taquari e no vale do rio Caí.



Figura 3.11. Rio dos Sinos provoca em inundações em Campo Bom, em Maio de 2008. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de junho apresenta uma média de 69 eventos e um comportamento variado em relação à ocorrência de eventos, indicado por desvio padrão, relativamente alto. Na década de 1980, destaca-se o mês de junho de 1984, quando municípios como Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo e Gravataí sofreram danos elevados. A Figura 3.12 apresenta imagem de uma inundação na cidade de São Leopoldo, onde o rio dos Sinos desabrigou, aproximadamente, 2.300 pessoas.

No sul do estado, o transbordamento da Laguna dos Patos deixou dezenas de pessoas desabrigadas nos municípios de Rio Grande e São Lourenço do Sul. Na década de 1990, o ano de 1998 foi destaque pelos danos nos municípios de Quaraí, São Gabriel e Dom Pedrito. Nos anos 2000, o evento mais significativo ocorreu em 2001 nos municípios situados nas porções oeste e sul do estado. O maior número de pessoas desabrigadas foi registrado nos municípios de Alegrete, Rosário do Sul e Quaraí, banhados, respectivamente, pelos rios Ibirapuitã, Santa Maria e Quaraí. Na década de 2010, junho do ano de 2017 se sobressai. Nesse ano no mês de junho, 173 municípios registraram danos causados por eventos hidrológicos, deixando segundo a Defesa Civil do estado, 11.680 pessoas fora de casa. No Oeste do estado, o município de Uruguaiana enfrentou uma cheia histórica do rio Uruguai, que atingiu poucos centímetros de marca de 11,82m, a segunda maior.



Figura 3.12. Moradias inundadas pela cheia do rio dos Sinos no município de São Leopoldo em junho de 1984 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de julho é o que apresenta o maior número de municípios atingidos por eventos hidrológicos causadores de danos no estado, com média mais elevada, registrados 118 eventos. Apresenta condições de alta a muito alta ocorrência de eventos e um desvio padrão baixo, mostrando uma regularidade em termos de ocorrência. Eventos importantes ocorreram nos anos de 1980. No final do mês de julho, ocorreu o evento de inundação que causou maior volume de danos. Foram atingidos municípios situados nos vales dos rios Taquari, Caí e dos Sinos, sendo que São Sebastião do Caí foi o município com maior número de pessoas desabrigadas (cerca de 1.000).

No mês de julho de 1983, ocorreu uma das maiores inundações registradas no estado, com municípios de todas as regiões atingidos. Foram homologados 81 decretos de Situação de Emergência. A Figura 3.13 apresenta uma das maiores inundações da cidade de Itaqui, que ocorreu em 1983. No ano de 1984, no início da segunda quinzena de julho, municípios do sul do estado foram atingidos. O transbordamento do canal de São Gonçalo deixou cerca de 8.000 desabrigados em Pelotas e cerca de 700 no município de Arroio Grande.

No mês de julho da década de 1990, eventos hidrológicos importantes foram registrados. No mês de julho de 1993 e de 1994, foram registrados eventos de inundações em todas as regiões do estado. No mês de julho de 1995, municípios da Região Metropolitana e do sul do estado foram atingidos. Pelotas e Pedro Osório, na porção sul, foram os que registraram danos mais significativos. Na Região Metropolitana em Esteio, cerca de 1.200 pessoas ficaram desabrigadas e, em Canoas, cerca de 900.

Na década dos anos 2000, destaca-se a segunda quinzena de julho do ano de 2001, quando municípios situados na Região Metropolitana, na Serra e nas porções central e centro-oriental do estado foram atingidos. Nesse evento, foram registradas vítimas fatais em decorrência da enchente em Candelária (1), Lajeado (1) e Estrela (1). Em Rolante, cerca de 10.000 pessoas foram desabrigadas pela cheia do rio Rolante. Na década de 2010, o mês de julho foi marcado por muitos eventos. Em 2011, 101 mil pessoas foram afetadas, especialmente nos vales do Caí, do Paranhana e do Taquari. Famílias desabrigadas e desalojadas, especialmente, em Montenegro, Taquari, São Sebastião do Caí, Taquara, Parobé, Muçum, Encantado e Lajeado. Em Santa

Cruz do Sul, a alta do Rio Pardinho deixou famílias ilhadas e ruas alagadas. Em 2014, os efeitos das inundações afetaram 93 municípios com mais de 19 mil pessoas prejudicadas. No ano de 2015, processos hidrológicos causaram estrago em 61 cidades e afetaram 25,8 mil pessoas.



Figura 3.13. Foto da quadra do Presídio de Itaqui, com a inundação extraordinária de julho 1983. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 14,52m. (Fonte: FLORES, A. E., FLORES, A. M., 1983. In: Robaina: Saueressig; 2015)

O m s de agosto apresenta-se, relativamente, como um mês de baixo grau de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos causadores de danos, com média de 47,5 eventos. A década de 1980 foi aquela em que esse mês foi mais importante. Nessa década, cabe destacar os eventos ocorridos no mês de agosto de 1985, quando várias regiões do estado foram atingidas, sendo que os danos mais significativos ocorreram em municípios da Região Metropolitana e dos vales dos rios Sinos, Gravataí e Ca .

Em São Leopoldo, mais de 10.000 pessoas foram desabrigadas pela cheia do rio dos Sinos; em Cachoeirinha, cerca de 1.000 pessoas foram desabrigadas pelo rio Gravataí; e em Montenegro, cerca de 700 pessoas foram desabrigadas pelo rio Ca . No mês de agosto, dos anos de 1990, foram registrados danos mais importantes na Região Metropolitana e no vale do

Taquari e do Caí. Na década de 2000, o mês de agosto apresenta registro de evento significativo no ano de 2009, quando, em apenas, 19 dias, a chuva acumulada em Porto Alegre foi a maior registrada, em agosto, em 22 anos. A Figura 3.14 apresenta uma imagem da cidade de Cachoeirinha que foi afetada pelas cheias do rio Gravataí. Em Passo Fundo, só houve precipitação maior no mesmo período 37 anos atrás. Outras regiões, como as de Caxias do Sul e Santa Maria, também ostentam recordes de precipitação, e quase todo o estado registrou índices pluviométricos acima da média.

Um dos principais eventos na década de 2010, no mês de agosto, ocorreu no ano de 2013, quando mais de 2,3mil pessoas foram desabrigadas. Os mais afetados são moradores do vale do Taquari e Caí. Porto Alegre sofreu com alagamentos e o rio dos Sinos causou inundações nos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo.



Figura 3.14. Inundação do rio Gravataí, em Cachoeirinha, Agosto de 2009. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de setembro apresenta, relativamente, uma condição de alta ocorrência de eventos hidrológicos danosos, com uma média de 80 eventos. O desvio padrão é alto e representa a baixa ocorrência de eventos registrados na década de 1990. No mês de setembro da década de 1980, ocorreram eventos hidrológicos importantes em 1988 e 1989. No final da primeira quinzena do mês

de setembro de 1988, municípios dos vales dos rios Caí e Taquari foram atingidos. Na segunda quinzena de setembro, municípios da Região Metropolitana, das porções norte e central e dos vales dos rios Jacuí, Sinos, Caí e Taquari foram atingidos.

No ano de 1989, no final da primeira quinzena de setembro, foram muito atingidos os municípios de Encantado, com cerca de 6.000 pessoas desabrigadas, Estrela (650) e Lajeado (500 desabrigados e duas vítimas fatais), no vale do Taquari; e em Passo Fundo (600), na porção norte. Além deles, municípios ribeirinhos ao rio Uruguai começaram a ser atingidos. São Borja foi um dos municípios com registro de maior volume de danos, com cerca de 1.300 pessoas desabrigadas. No mês de setembro, da década dos anos 2000, eventos hidrológicos foram muito significativos no estado. Destacam-se, no ano de 2000, o município de Alvorada que foi muito atingido, onde cerca de 1.000 pessoas ficaram desabrigadas pela cheia do rio Gravataí e do arroio Feijó.

Em 2009, os eventos hidrológicos deixaram mais de seis mil flagelados no Rio Grande do Sul. Na década de 2010, eventos hidrológicos, como no ano de 2012, provocaram muitos danos em Porto Alegre e cidades do sul do estado. A região de Camaquã, cidades do entorno, Arambaré, Sentinela do Sul e Tapes. Em agosto do ano de 2015, 56 mil pessoas foram atingidas por processos hidrológicos em todo estado. Em 2018, muitos municípios foram atingidos, como mostra a Figura 3.15, que é uma fotografia de uma inundação do rio Rolante, afluente do rio dos Sinos.



Figura 3.15. Inundação em Rolante em Setembro de 2018 (Foto: Corpo de Bombeiros Voluntários de Rolante/Divulgação).

O mês de outubro apresenta muito alto grau de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos, com média de 108,75 eventos. O elevado desvio padrão representa a variação observada no número de eventos por década. Na década de 1980, o mês de outubro teve eventos importantes nos anos de 1980, 1982 e 1984. Destacam-se os danos nas cidades de Porto Alegre e Caxias do Sul, além dos municípios ribeirinhos ao rio Uruguai, na fronteira oeste do estado. No mês de outubro da década de 1990, os eventos mais significativos atingiram municípios situados na Região Metropolitana e nos vales dos rios Taquari, Caí, Jacuí. Nas ilhas do Delta do Jacuí, na cidade de Porto Alegre, em 1990, cerca de 300 pessoas foram desabrigadas.

Nos anos 2000, o mês de outubro foi marcado pelo mês que ocorreram os eventos de inundação que atingiram maior número de municípios e que causaram maior volume de danos no ano de 2000 e 2008. Na década de 2010, ocorreram eventos hidrológicos significativos no mês de outubro, em todos os anos, exceto 2011. Os anos de 2015 e 2016 se sobressaem pelo número de decretos de Situação de Emergência. Em 2015, processos hidrológicos provocaram estragos e transtornos à vida de mais de 21,1 mil pessoas e reviveram um drama para a cidade de Porto Alegre, que não se repetia havia 48 anos (FIGURA 3.16). O nível do lago Guaíba atingiu a marca de 2,79 metros – a maior registrada desde 1967, segundo o Centro Integrado de Comando da Cidade.



Figura 3.16. Inundação nas Ilhas do Delta do Jacuí, Porto Alegre em outubro de 2015 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de novembro, com média de 84,25 eventos, com alto grau de ocorrência de eventos hidrológicos, variando de condições muito altas a moderadas na análise das décadas, representado pelo alto desvio padrão. Na década de 1980, um dos mais significativos ocorreu em 1986 no município de Alegrete, na porção oeste, que registrou cerca de 4.000 pessoas desabrigadas. Na década de 1990, no ano de 1997, foram registrados danos em 94 municípios situados nas porções norte, noroeste, nordeste, oeste, central e centro-oriental do estado.

Nos anos 2000, em novembro de 2009, ocorreram precipitações que, conforme o centro de meteorologia, são as maiores de, pelo menos, 23 anos para esse mês, causando danos em muitas regiões do estado. Na Figura 3.17, observa-se a inundação da cidade de Cachoeira do Sul, na região central do estado. Nos anos de 2010, o mês de novembro apresentou, relativamente, moderado grau de ocorrência de eventos. Em 2013, no mês de novembro, alagamentos afetaram muito a cidade de Porto Alegre. Entretanto, destacam-se as inundações no vale do Rio Pardo que causou muitos estragos na cidade de Santa Cruz e, principalmente, no município de Candelária, onde ocorreu o desaparecimento de uma mãe e um filho, simbolizando o drama vivido por milhares de pessoas em todo o estado.



Figura 3.17. Inundação ocorrida no ano de novembro de 2009, no Bairro Cristo Rei, Cachoeira do Sul (Trentin; Dias 2014).

Dezembro é um mês considerado de moderado grau de municípios com ocorrência de desastres, sendo 68 eventos em média e apresentando uma variação importante indicada pelo desvio padrão elevado. Os danos mais significativos foram observados em 1980, quando vários municípios foram atingidos por inundações, sendo que as mais intensas foram registradas em municípios dos vales dos rios dos Sinos e Caí. São Sebastião do Caí e Montenegro, banhados pelo rio Caí, foram os municípios que registraram maior volume de danos.

Na década de 1990, em dezembro de 1997, nos municípios de Quaraí, muitas pessoas foram desabrigadas pelo rio Quaraí, Rosário do Sul, desabrigadas pelo rio Santa Maria e, em Alegrete, desabrigadas e um pessoa foi fatalmente vitimada pela cheia do rio Ibirapuitã. No mês de dezembro, década de 2000, foram registrados os eventos de inundação que causaram maior volume de danos no ano de 2003. Danos significativos ocorreram em Alegrete, Santa Rosa, Santo Ângelo e Uruguaiiana. No sul do estado registros importantes de inundações ocorreram na cidade de Rio Grande (FIGURA 3.18).



Figura 3.18. Laguna transbordou e provocou alagamentos nas ruas de Rio Grande no sul do estado, em Dezembro de 2009. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

Nos anos de 2010, destaca-se o mês de dezembro de 2015 quando mais de duas mil famílias foram desabrigadas pela cheia dos rios no oeste e sul do

estado, como Uruguaiana, Alegrete, Quaraí e Barra do Quaraí. No centro, a cidade de Jaguari foi bastante afetada. O município de Quaraí foi afetado por uma cheia histórica do rio Quaraí que obrigou três mil pessoas a saírem de casa, destruiu lavouras e matou animais.

Para concluir, pode-se dizer que as observações indicam que os períodos com maior possibilidade são na passagem outono-inverno, representados pelos meses de maio a julho, tendo um pico no mês de julho, e na passagem inverno-primavera, entre setembro e novembro. No verão, o mês mais significativo é o de janeiro, mas com muita variação do número de eventos.

Os casos de chuvas diárias severas relacionam-se mensalmente aos períodos da primavera e verão. Com relação às chuvas persistentes, com cinco ou mais dias, e que geram um acumulado total igual ou superior a 60 mm, podendo durar até 14 dias, os autores observaram que as estações de inverno e primavera são as estações com maior frequência de eventos. Uma possível explicação para isso pode ser a maior frequência de sistemas frontais semi-estacionários (TEIXEIRA e PRIETO, 2020).

3.2. ANÁLISE TEMPORAL - determinação dos anos com maior número de municípios afetados por desastres de processos hidrológicos

A análise dos dados temporais parte do estudo dos anos que mais registraram eventos e o número de municípios afetados, nas quatro décadas pesquisadas. O levantamento e a interpretação dos dados permitem verificar os anos e os meses com maior número de ocorrências, além de possibilitarem, por meio de informações gráficas e mapas, entender certos padrões de distribuição temporal dos eventos que atingiram o Rio Grande do Sul.

Na década de 1980, foram 191 municípios atingidos por eventos hidrológicos (FIGURA 3.19). Naquela década, é possível verificar que as ocorrências de eventos registrados em que mais municípios foram afetados foram nos anos de 1983 e 1984. O ano de 1983 com 161 registros em 123 municípios atingidos e, o segundo ano, 1984, com 162 registros em 118 municípios atingidos.

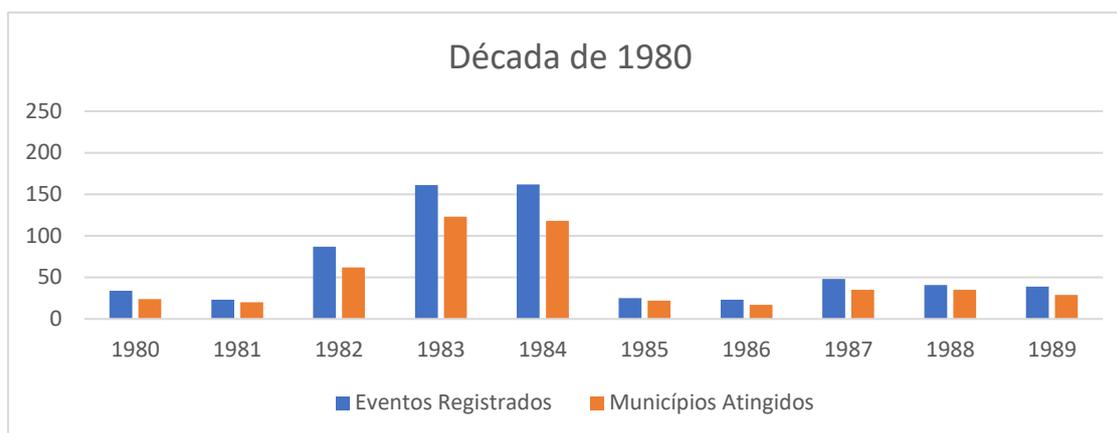


Figura 3.19. O número de eventos e de municípios atingidos na década de 1980.

Em 1983, ocorreu uma das maiores inundações registradas no estado, especialmente, junto aos rios Taquari, Sinos, Jacuí e Uruguai, com milhares de pessoas desabrigadas. No município de São Leopoldo, na bacia do rio dos Sinos, foram registradas mais de 12.000 pessoas desabrigadas pelo rio dos Sinos, e no município de Uruguaiana, nas margens do rio Uruguai, cerca de 8.000 pessoas foram desabrigadas (FIGURA 3.20).



Figura 3.20. Inundação de 1983 vista da aduana de Paso de Los Libres (Fonte: Uruguaiana/Museu Estaleiro Martimiano Benites).

Na capital do estado, Porto Alegre, cerca de 4.500 pessoas ficaram flageladas pela cheia do lago Guaíba, nas ilhas do delta do rio Jacuí. A Figura 3.21, apresenta a localização dos municípios citados no texto.

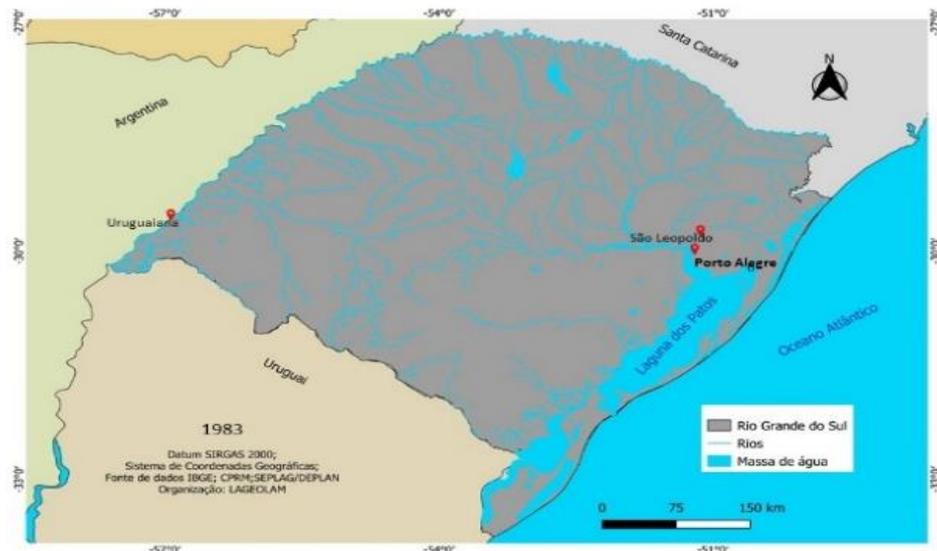


Figura 3.21. - Localização dos municípios citados no texto, no ano de 1983. (Fonte: autores).

No ano de 1984, como no ano anterior, foram registrados grandes eventos de inundação ocorridos no estado, atingindo municípios de todas as regiões e desabrigando milhares de pessoas. Porto Alegre foi uma das cidades com maior número de desabrigados, mais de 3.000 pessoas nas ilhas do delta do Jacuí. Igualmente, foram muito significativas inundações em municípios banhados pelo rio dos Sinos, como Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo, onde foram desabrigadas aproximadamente 2.300 pessoas (FIGURA 3.22). Danos significativos foram registrados em municípios banhados pela Laguna dos Patos, como Rio Grande, Pelotas e Arroio Grande. Na Figura 3.23 estão marcados os municípios citados.



Figura 3.22. Inundação no Vale dos Sinos – São Leopoldo. (Fonte: Banco de Dados Zero Horas).

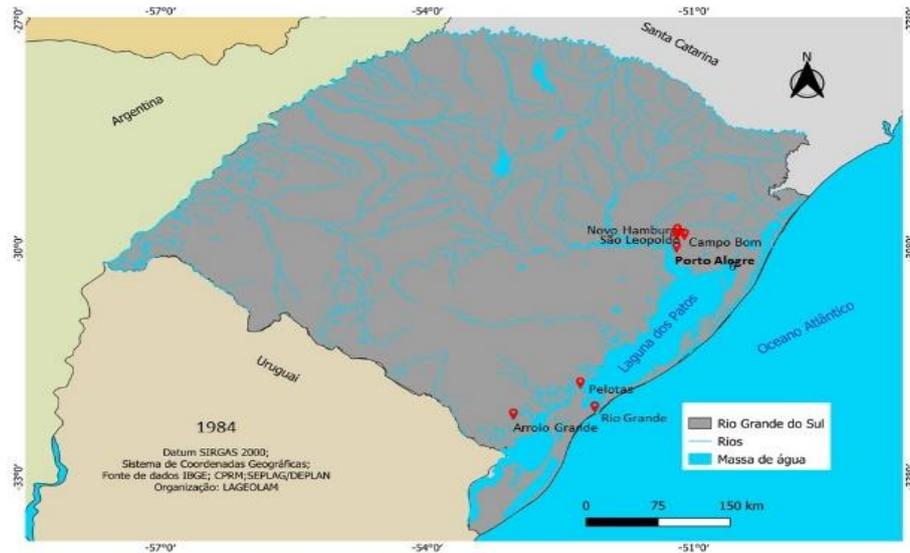


Figura 3.23. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 1984. (Fonte: autores).

A década de 1990 apresentou metade dos anos com um número significativo de registros (FIGURA 3.24). Naquela década, o total de municípios com registro de eventos foi de 223. Os anos de 1990, 1992, 1997 e 1998 são definidos como os mais significativos. Os anos com mais ocorrência de eventos registrados são 1992 e 1997. No ano de 1992, ocorreram 194 registros em 177 municípios atingidos. No ano de 1997, foram 209 registros em 175 municípios atingidos.

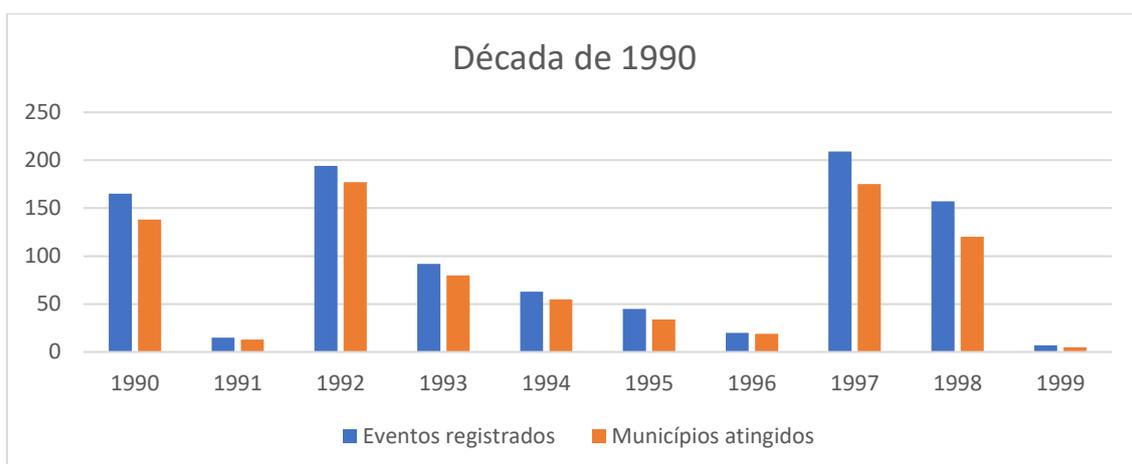


Figura 3.24. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 1990. (Fonte: autores).

No ano de 1992, inundações deixaram muitas pessoas desabrigadas nas porções sul, oeste e central do estado. Os danos mais significativos foram registrados em Pedro Osório, associado ao rio Piratini (FIGURA 3.25), no município de Alegrete, devido ao rio Ibirapuitã, no município de Quaraí, pelo rio Quaraí e municípios localizados junto ao rio Uruguai, como Itaqui, São Borja e Uruguaiana. Enxurradas causaram muitos danos e deixaram pessoas desabrigadas. Os danos mais significativos foram registrados em São Sepé, na porção central do Estado e Panambi, Passo Fundo, Getúlio Vargas, Santo Ângelo e Entre-Ijuís, no noroeste do estado. Na Figura 3.26 estão indicados os municípios citados.



Figura 3.25. Inundação Pedro Osório 1992 (Fonte Prefeitura Municipal).

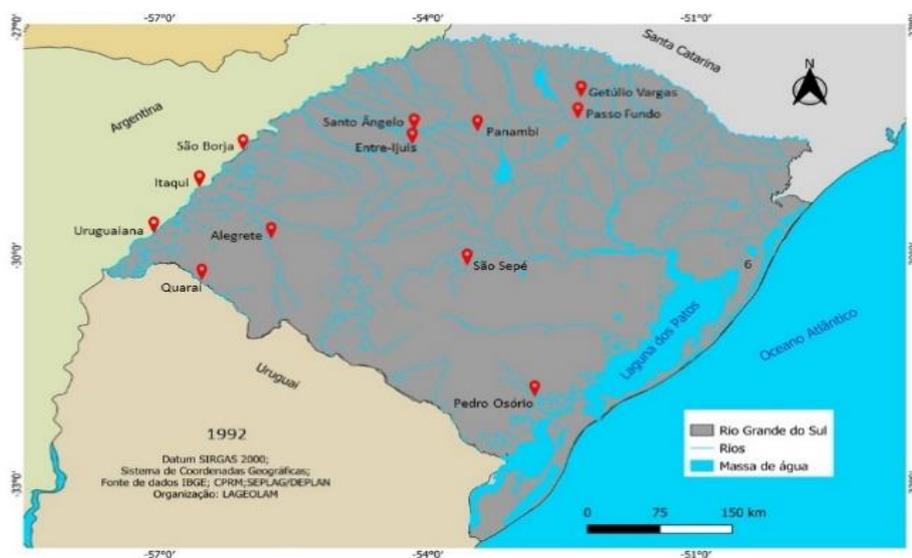


Figura 3.26. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 1992. (Fonte: autores).

Na década dos anos 2000, foram identificados 206 municípios com registro de eventos (FIGURA 3.29). Os anos de 2001, 2002 e 2009 foram os anos, na referida década, com maior número de registros de eventos e de municípios atingidos. Em 2001, ocorreram 190 eventos em 124 municípios e, em 2002, foram registrados 161 eventos em 112 municípios.

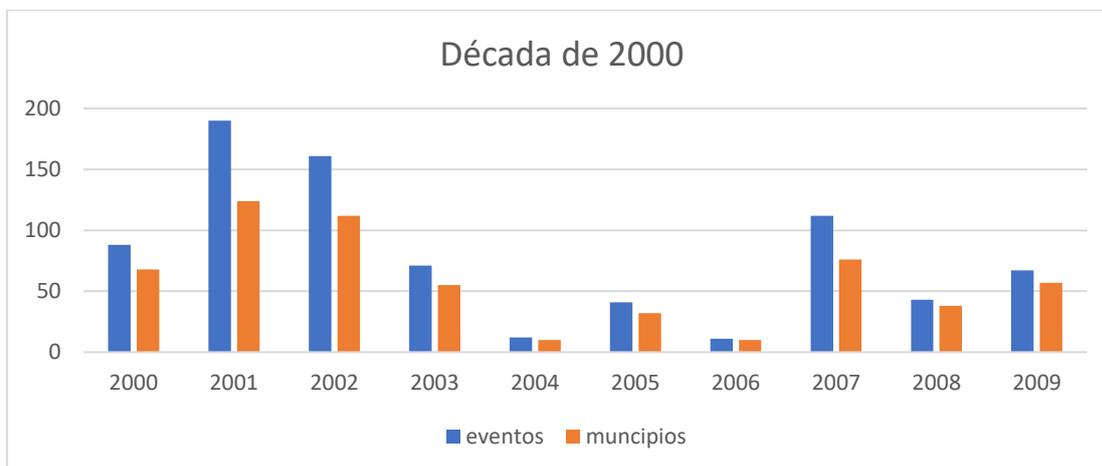


Figura 3.29. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 2000. (Fonte: autores).



Figura 3.30. Inundação no Vale do Taquari, Município de Estrela (Prefeitura Municipal)

Nessa década, ocorreram muitos registros de desastres por processos hidrológicos em todas as regiões do estado.

No ano de 2001, foram registrados danos muito significativos em várias regiões do estado (FIGURA 3.30). Os municípios do centro-oeste do estado como São Gabriel, junto ao rio Vacacaí, Alegrete, junto ao rio Ibirapuitã e os municípios de

Rosário do Sul e Dom Pedrito, junto ao rio Santa Maria, foram muito afetados. Além deles, no Sul do estado, o município de Quaraí, junto ao rio Quaraí, e, no centro-leste, o município de Rolante, junto ao rio Rolante, teve registro importante de desabrigados naquele ano. Municípios da Região Metropolitana foram atingidos por enxurradas que causaram danos em dezenas de moradias, estradas e pontes. Foram registradas vítimas fatais na capital Porto Alegre. Pode-se observar a localização dos municípios citados na Figura 3.31.

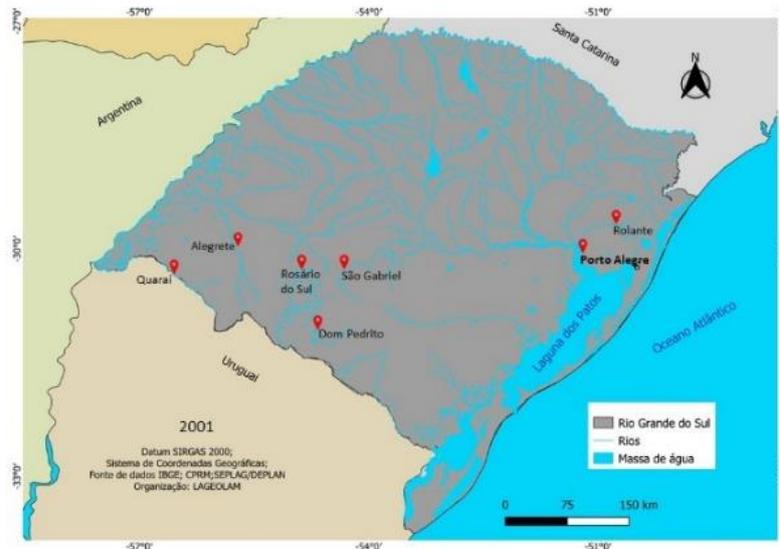


Figura 3.31. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2001. (Fonte: autores)

No ano de 2002, foram registrados danos causados por inundações e enxurradas em diversos municípios do estado. No centro-sul, os municípios de Pedro Osório, Dom Pedrito e Rosário do Sul tiveram muitas pessoas desabrigadas pela cheia dos rios Piratini e Santa Maria. No mesmo ano, eventos causaram um número elevado de desabrigados, também, nos municípios do Centro do estado como Alegrete, devido ao rio Ibirapuitã, e São Gabriel, pelo rio Vacacaí. A Região Metropolitana teve vários registros de danos por inundações e enxurradas. Os danos mais significativos foram registrados em Alvorada, onde mais de 1.000 pessoas foram desabrigadas. Em Porto Alegre, houve mais de 300 pessoas desabrigadas. Registraram-se desastres em diversas regiões do estado nessa década, como em Pelotas e nas ilhas do Guaíba em Porto Alegre (FIGURA 3.32). Os municípios citados estão indicados na Figura 3.33



Figura 3.32. - (a) Inundação em Pelotas 2004/(b)Ilhas do Guaíba, POA 2009 (Fonte: Banco de Dados Zero Horas)

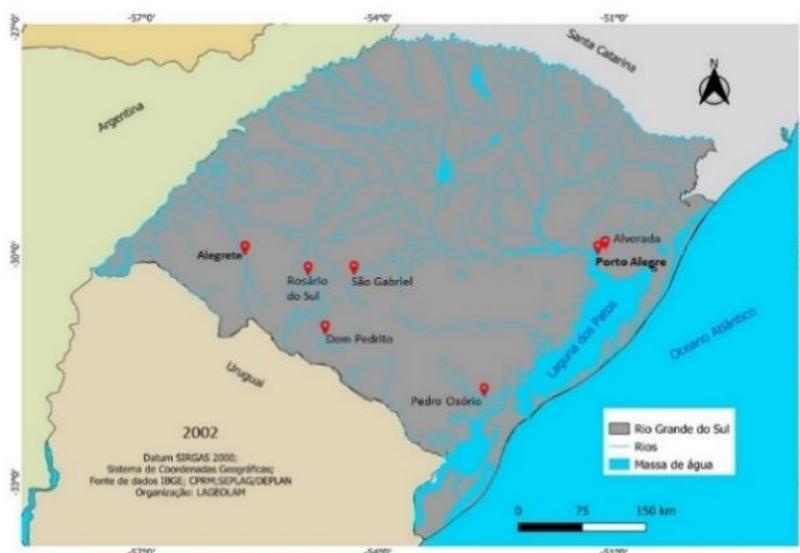


Figura 3.33. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2002. (Fonte: autores)

A década de 2010 seguiu com aumento do número de registros e de municípios atingidos, somando um total de 318 municípios durante os 10 anos analisados (FIGURA 3.34). Os anos de 2011, 2015 e 2017 foram os mais significativos na década. Em 2015, foram 191 registros em 143 municípios atingidos, em 2011 foram 209 registros em 163 municípios e, em 2017, foram 233 em 191 municípios.

No ano de 2011, houve significativos registros de eventos hidrológicos que causaram danos. No sul do estado o transbordamento do rio São Lourenço, desabrigou e matou, na cidade de São Lourenço do Sul, que teve a metade de seu território tomado pela água (FIGURA 3.35). No mesmo ano, as inundações, especialmente, nos vales dos rios Caí, do Paranhana, do Taquari e dos Sinos afetaram mais de 100 mil pessoas. Moradores de municípios como Muçum,

Encantado, Arroio do Meio, Lajeado e Cruzeiro do Sul, junto ao rio Taquari, Montenegro e São Sebastião do Caí, no rio Caí, Taquara e Parobé, no rio Paranhana, São Leopoldo, no rio dos Sinos foram os mais atingidos. Porto Alegre e a região metropolitana, especialmente, no município de Gravataí, os danos foram muito importantes. Na Figura 3.36, estão indicados os municípios citados no texto.

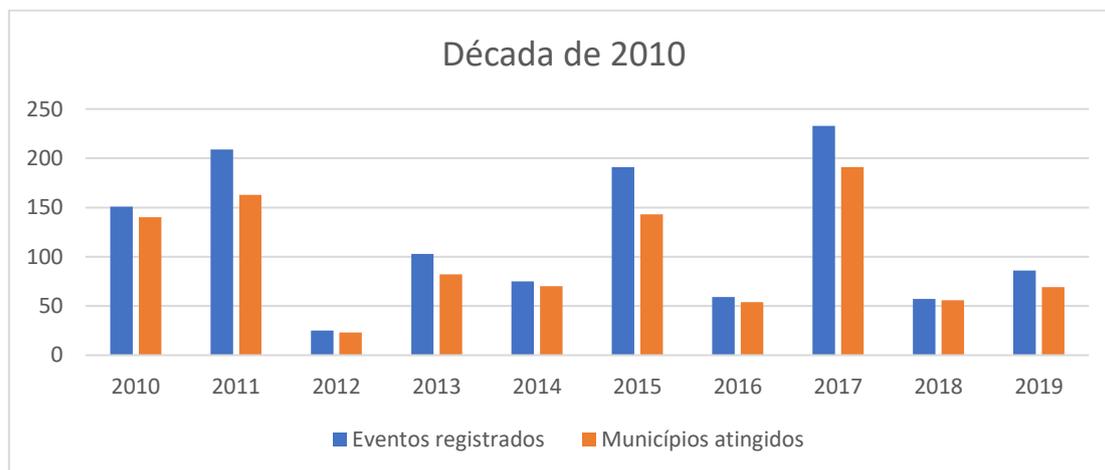


Figura 3.34. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 2010. (Fonte: autores)



Figura 3.35. Inundação em São Lourenço do Sul no dia 10 de março de 2011 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

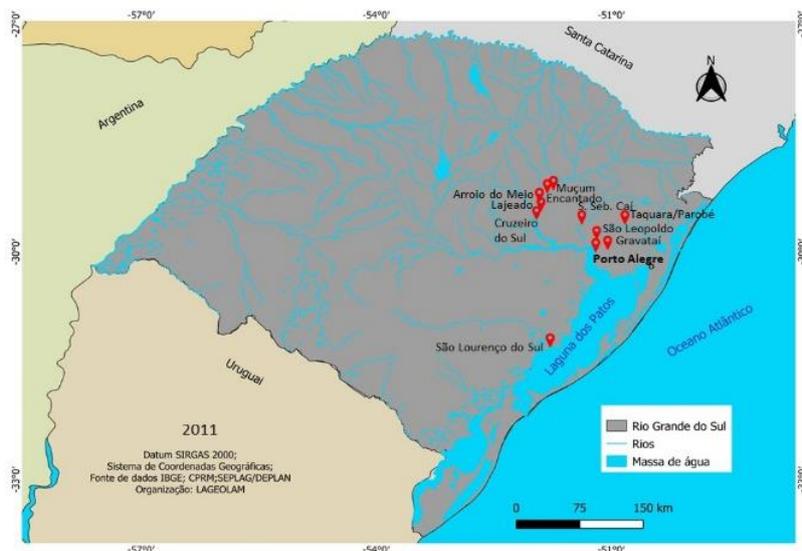


Figura 3.36. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2011. (Fonte: autores)

O ano de 2017 foi o mais significativo em termos de eventos e municípios atingidos. O município de Rolante, no Vale do Paranhana, foi afetado por uma enxurrada histórica que destruiu casas, matou o gado e devastou lavouras. O grande volume de chuva fez com que os rios que cortam a cidade transbordassem (FIGURA 3.37). Na Fronteira Oeste, a cheia do Rio Uruguai causou muitos transtornos, principalmente, em Itaqui, Uruguiana e São Borja. Os municípios citados estão apresentados na Figura 3.38.



Figura 3.37. Inundação na cidade de Rolante em 2017 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

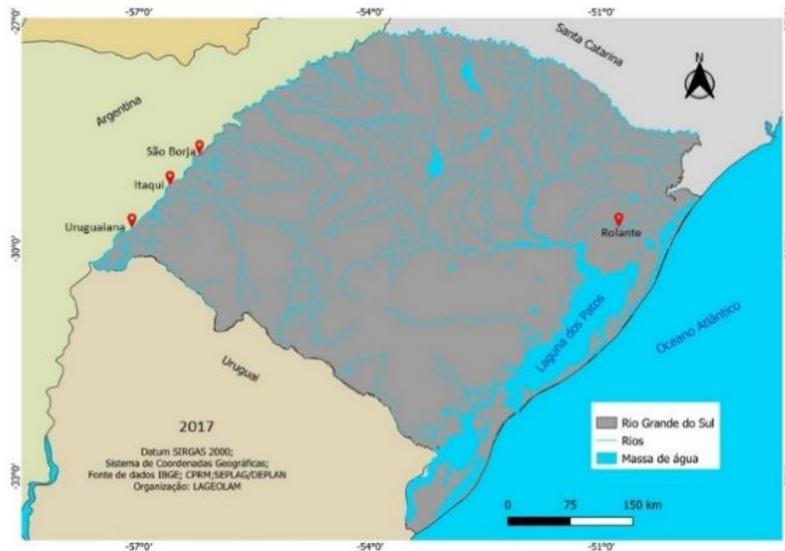


Figura 3.38. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2017. (Fonte: autores)

Considerando o período de 40 anos analisados, verifica-se que a quantidade de eventos está correlacionada de forma linear com o número de municípios afetados. Quanto maior o número de eventos maior o número de municípios afetados, o que indica que os eventos são dispersos pelo território do estado (FIGURA 3.39), embora possam ter apresentado maior incidência em uma determinada região do estado do RS.

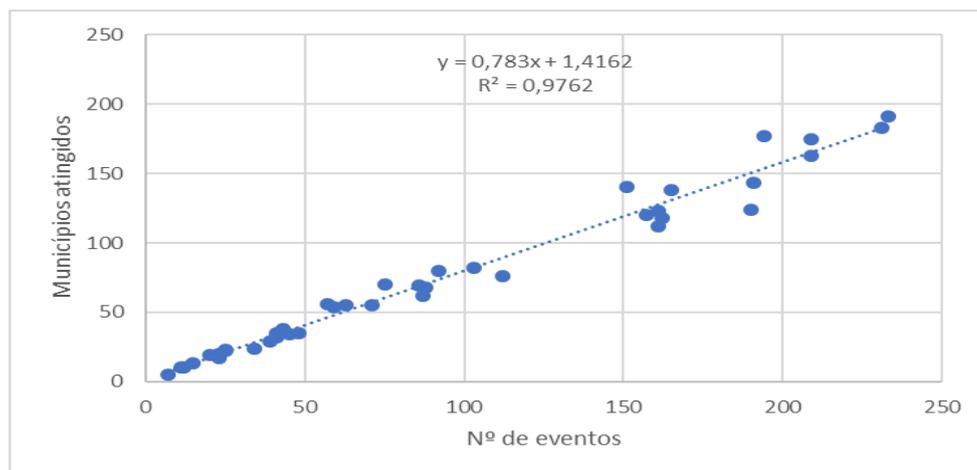


Figura 3.39. Relação do número de municípios atingidos e os eventos registrados. (Fonte: autores)

Na análise comparativa entre as décadas (TABELA 3.1), pode-se observar que existe uma tendência de incremento do número de registros e eventos e de municípios atingidos. A partir dos anos 2000, foi designada a competência aos municípios, que antes era da Defesa Civil Estadual, para registrar Situações de Emergência no sistema da Defesa Civil Federal. Isso permitiu agilizar o processo, o que pode ter aumentado o número de registros.

Apesar da transferência de competências, a década de 2000/2009 é semelhante à década de 1990/1999 em todos os valores de registros e com um desvio padrão muito próximo. A grande diferença está na década de 2010, que tem o desvio padrão inferior, mas com uma média superior, com o mínimo bem superior e máximos semelhantes.

Tabela 3.1. Parâmetros estatísticos dos eventos para as 4 décadas de análises.

	1980	1990	2000	2010
Média	64,3	96,7	96	118,9
Máxima	162	209	231	233
Mínima	23	7	11	25
Desvio Padrão	54,5	78,0	76,3	72,2

A análise da tendência temporal, com recurso à média móvel de quatro décadas, indica que há períodos consistentes de anos com elevado número de eventos intervalados com períodos curtos com menos de 50 municípios afetados por eventos/ano. Contudo, o período posterior a 2008 só um ano registou menos de 50 municípios com eventos danosos, ao contrário dos períodos anteriores. Depois de 2008, verifica-se a variação anual das ocorrências quase sempre com valores superiores a 50 ocorrências/ano sendo que, em três anos, foram superiores a 200 ocorrências/ano o que, em todo o período até 2008, só se tinha verificado uma vez, no ano 1997.

A evolução ao longo dos 40 anos apresenta múltiplas oscilações (FIGURA 3.40), mas, nos últimos 10 anos, a variação manteve-se e apresentou valores superiores que nas décadas anteriores.

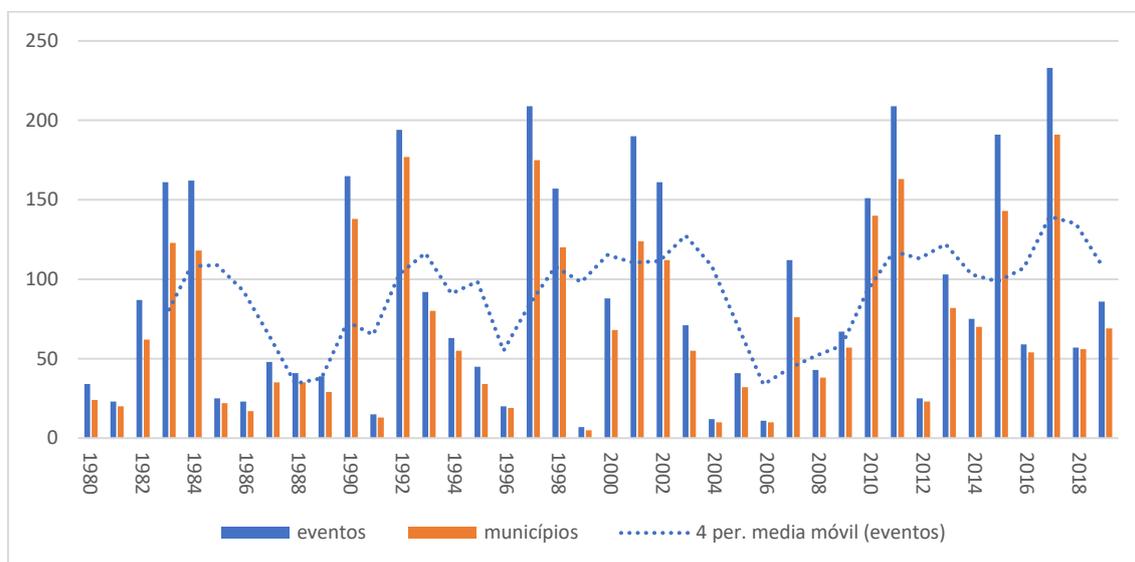


Fig. 3.40. Número de eventos registrados e municípios afetados durante as 4 décadas. (Fonte: autores)

Para concluir, os dados disponibilizados indicam que, na década de 1980, os anos de 1983 e 1984 foram os que apresentaram maior número de registros. Na década de 1990, foram muito significativos os registros de eventos, ocorrendo inúmeros importantes nos anos de 1992 e 1997. Na década de 2000, vários anos registram eventos hidrológicos importantes. Os anos mais significativos foram os anos de 2001 e 2002. A década de 2010, também registra eventos em vários anos, especialmente nos anos de 2011, 2015 e 2017. Quando se comparou a variação dos eventos por décadas, observou-se que existe uma tendência de incremento do número de registros e de municípios atingidos por eventos danosos.